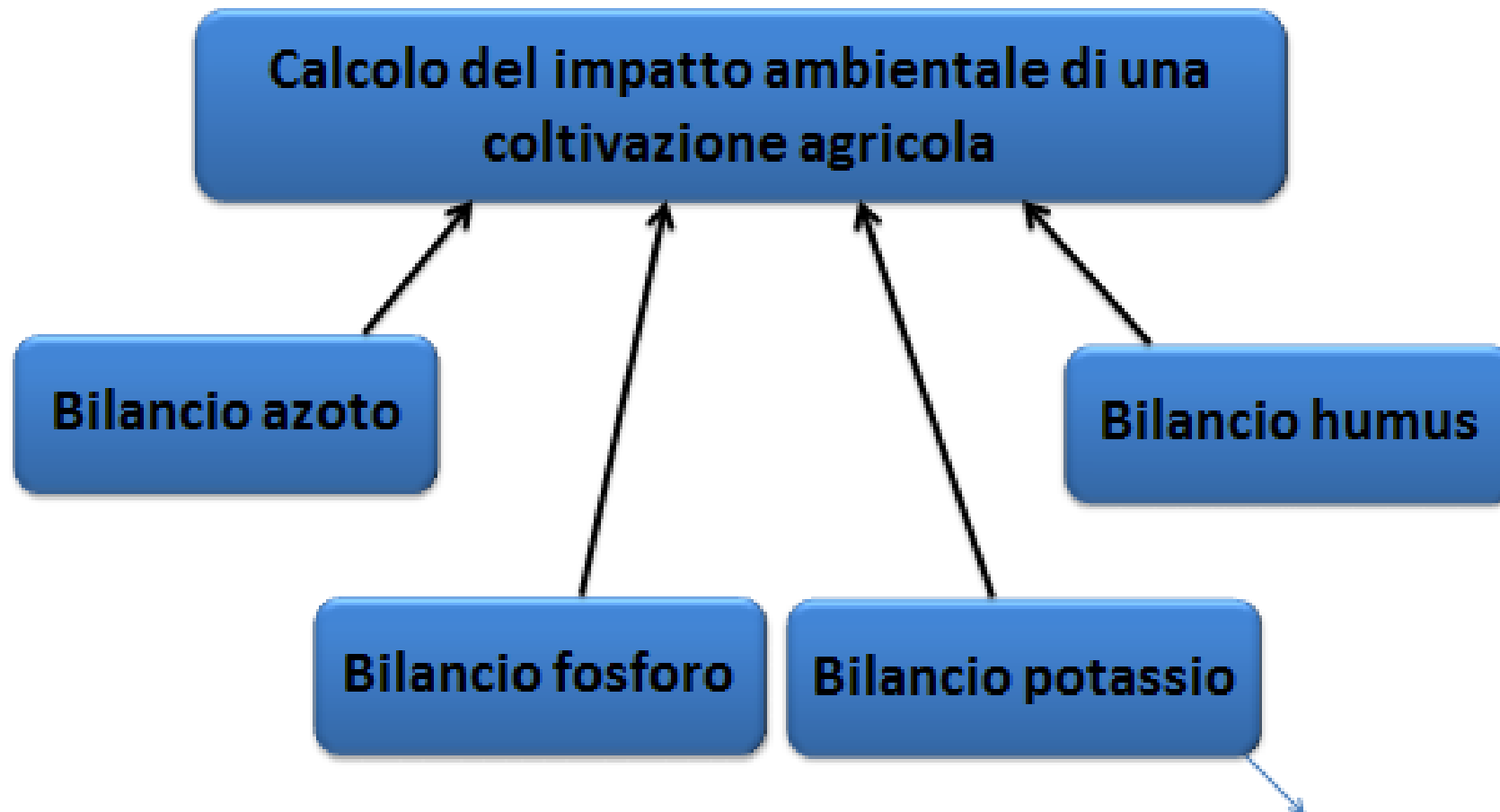


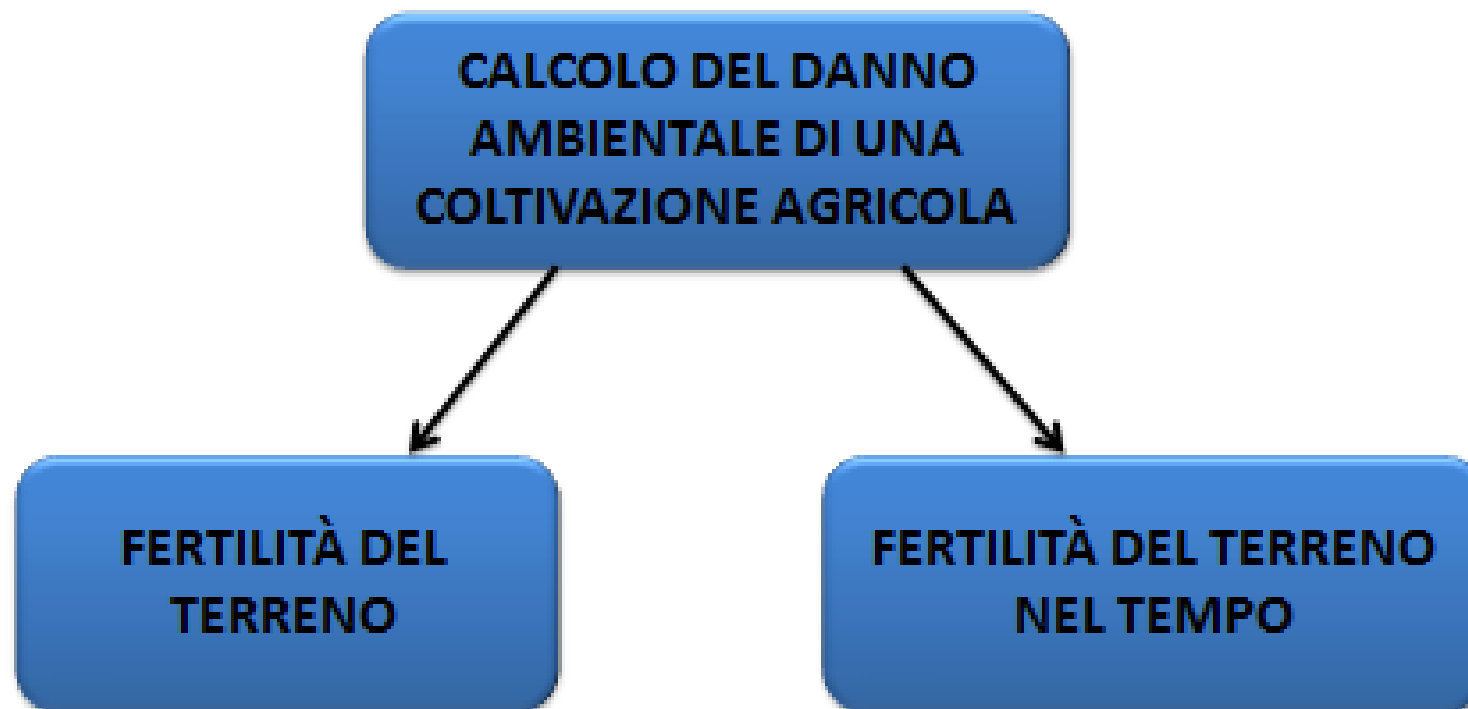
# LA FERTILITÀ DEL TERRENO

**Paolo Neri, Devid Sassi**

# Studi effettuati



## OBIETTIVO DELLO STUDIO E CAMPO DI APPLICAZIONE



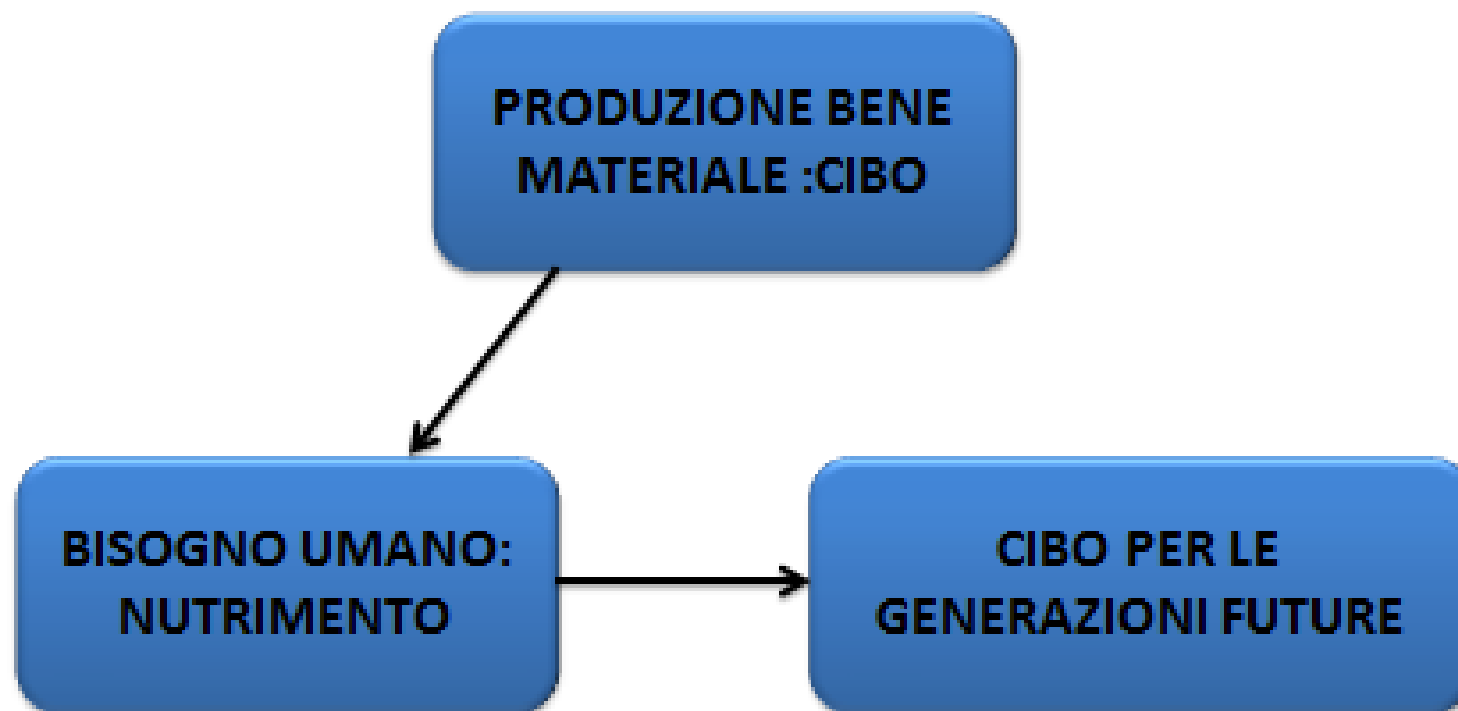
## OBIETTIVO DELLO STUDIO E CAMPO DI APPLICAZIONE

**FERTILITÀ DEL  
TERRENO**

**FERTILITÀ DEL TERRENO  
NEL TEMPO**

**INTRODUZIONE NEL CODICE DI CALCOLO DI UN  
NUOVO INDICATORE CHE VALUTI  
LA FERTILITÀ DEL TERRENO**

## FUNZIONE DEL SISTEMA



# BILANCIO AZOTO TOTALE

## AZOTO NEL TERRENO

### CONTRIBUTI NEGATIVI

N ASSORBITO COLTIVAZIONE  
N DENITRIFICAZIONE  
N VOLATILIZZAZIONE  
N LISCIVAZIONE

### CONTRIBUTI POSITIVI

N FISSAZIONE ATMOSFERICA  
N FISSAZIONE BIOLOGICA  
N SOSTANZA ORGANICA AGGIUNTA  
N CONCIMAZIONE MINERALE

# BILANCIO AZOTO MINERALE

## AZOTO MINERALE NEL TERRENO

### CONTRIBUTI NEGATIVI

N ASSORBITO COLTIVAZIONE  
N VOLATILIZZAZIONE  
N LISCIVAZIONE  
N DENITRIFICAZIONE

### CONTRIBUTI POSITIVI

N FISSAZIONE ATMOSFERICA  
N MINERALIZZATO SOSTANZA  
ORGANICA  
N CONCIMAZIONE MINERALE

## BILANCIO POTASSIO TOTALE

### POTASSIO NEL TERRENO

#### CONTRIBUTI NEGATIVI

P ASSORBITO COLTIVAZIONE  
P EROSIONE

#### CONTRIBUTI POSITIVI

P SOSTANZA ORGANICA AGGIUNTA  
P CONCIMAZIONE MINERALE



# BILANCIO FOSFORO TOTALE

## FOSFORO NEL TERRENO

### CONTRIBUTI NEGATIVI

K ASSORBITO COLTIVAZIONE  
K EROSIONE

### CONTRIBUTI POSITIVI

K SOSTANZA ORGANICA AGGIUNTA  
K CONCIMAZIONE MINERALE

# BILANCIO HUMUS

## HUMUS NEL TERRENO

**CONTRIBUTI NEGATIVI**  
HUMUS MINERALIZZATO

## CONTRIBUTI POSITIVI

HUMUS DA SOSTANZA ORGANICA AGGIUNTA  
HUMUS DA SOSTANZA ORGANICA NON AGGIUNTA

Caratteristiche dei materiali organici suscettibili di fornire humus (da Panero, s.d.)

prodotto	sostanza secca %	sostanza organica %	rapporto C/N	coeff. isoumico (K <sub>1</sub> )	humus stabile prodotto per q.le di prodotto tal quale (K <sub>1</sub> X S.O.) kg
<b>Residui vegetali</b>					
residui di mais	84,4	76,63	52	20%	15,326
paglia avena	87,00	80,64	100	15%	12,036
paglia grano	88,91	82,79	111	15%	12,418
paglia orzo	86,40	81,14	87	15%	12,170
paglia segale	88,50	83,99	63	15%	12,600
piante girasole	85,00	55,00	30	20%	11,000
piante sorgo secco	85,00	66,00	95	20%	13,200
sanse olive	91,51	68,55	32	20%	13,700
bucce pomodoro	90,00	86,50	31	20%	17,00
farina vinaccioli	89,00	86,25	23	20%	17,00
<b>Concimi organici</b>					
letame bovino	22,00	16,40	29	30%	4,920
letame equino	30,00	26,30	23	30%	7,900
letame suino	28,00	25,00	31	30%	7,500
letame ovino	35,40	31,80	22	30%	9,540
pollina ovaiole fresca	68,80	40,00	6	30%	12,00
pollina ovaiole secca	85,80	63,00	7	30%	18,900
pollina polli fresca	38,00	29,00	11	30%	8,700
torba naturale	40,00	29,00	20	all'es.	
pollina fr. ovaiole leggere	58,19	24,98	7	30%	7,500
pollina fr. polli carne	65,08	39,37	8	30%	12,000
pollina fr. pollastre	65,33	39,75	7	30%	12,000
<b>Materiali verdi</b>					
erba medica	19,6	17,97	16	25%	4,492
prato stabile	17,56	15,76	19	20%	3,150
erbaio avena	13,94	12,39	22	20%	2,478
foglie barbabietola	11,62	9,58	18	25%	2,395
foglie e colletti barbabietola	13,64	11,87	21	25%	2,967
erbaio colza	8,34	6,97	12	25%	1,742
erbaio loietto	18,65	17,09	30	20%	3,418
erbaio giovane mais ibrido	12,58	11,73	37	20%	2,346
erbaio primaverile (33% veccia, 9% pisello, 58% avena)	13,45	12,20	35	25%	3,050
erbaio autunnale (40% veccia, 30% pisello, 30% avena)	12,07	10,78	15	25%	2,692
erbaio orzo	13,65	12,39	22	20%	2,476
erbaio pisello	13,01	12,10	15	25%	3,025
erbaio segale	14,09	12,77	18	20%	2,554
erbaio sorgo ibrido	18,07	17,05	61	20%	3,410
erbaio veccia	13,85	12,75	15	25%	3,187
erbaio trif. incarnato	11,02	10,03	16	25%	2,500
erbaio vigna sinen.	11,47	10,13	15	25%	2,500
<b>Materiali secchi</b>					
stocchi e paglie mais ibrido	86,00	80,76	81	20%	16,152
fieno di medica	82,77	74,38	17	25%	18,595
fieno prato stabile	84,03	74,88	20	20%	14,970



**UNIMORE**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI  
MODENA E REGGIO EMILIA

# BILANCIO SOSTANZA ORGANICA

## SOSTANZA ORGANICA NEL TERRENO

### CONTRIBUTI NEGATIVI

HUMUS MINERALIZZATO  
SOSTANZA ORGANICA MINERALIZZATA

### CONTRIBUTI POSITIVI

SOSTANZA ORGANICA AGGIUNTA

## COEFFICIENTE DI MINERALIZZAZIONE

$$k2*(b-c*N_{termin}/N_{rif})$$

**N<sub>termin</sub>: azoto minerale nel terreno**

**N<sub>rif</sub>: azoto di riferimento=Prif\*N<sub>ass</sub>**  
**N<sub>ass</sub>:(azoto assorbito per kg di Produzione)**

Tab. 5 - Valori di  $K_2$  in funzione del terreno (da: Odet J., 1989 e Zuang H., 1982).

TIPO DI TERRENO	argilla ‰	calcare ‰	pH	$K_2$ ‰
Sabbioso neutro	50	2	7.0	2.0
Sabbioso acido	50	0	5.0	1.0
Sabbioso calcareo	50	100	8.0	1.7
Limoso medio	150	2	7.5	1.6
Limoso argilloso	220	2	7.5	1.3
Limoso calcareo	100	300	8.1	0.9
Argilloso	380	2	7.5	1.0
Argilloso calcareo	300	150	8.0	0.7



## COEFFICIENTE DI SCAMBIO CATIONICO

$$CSC = CSC_{rif} * (Sorg / Sor_{rif} * (pH_{rif} + (x - 0,75))) / PH_{rif} * Arg / Ar_{rif}$$

**CSC<sub>rif</sub>: COEFFICIENTE DI SCAMBIO CATIONICO**  
**Sorg = Sor<sub>rif</sub>, pH = intervallo pH<sub>rif</sub>, Arg = Ar<sub>rif</sub>**

## Tab. 2 - Valutazione della CSC dei terreni

<b>Valutazione</b>	<b>CSC (meq/100g)</b>	<b>Cscrif=30(meq/100g) cationi scambiabili milliequivalenti/100gr</b>
<b>Bassa</b>	<b>meno di 10</b>	
<b>Media</b>	<b>10 - 20</b>	
<b>Alta</b>	<b>oltre 20</b>	



# HUMUS

$$H = H_{rif} * \left( \frac{Arg}{Arg_{rif}} * \frac{Piov}{Piov_{rif}} * \frac{Temp}{Temp_{rif}} \right)$$

**H<sub>rif</sub>: quantità di humus**  
**Temp=Temp<sub>rif</sub>, Piov=Piov<sub>rif</sub>, Arg=Arg<sub>rif</sub>**

**Argilla (%)**

**humus (%)**

---

**< 10**

**1,5-2,0**

**10-30**

**2,0-2,5**

**> 30**

**2,5-3,0**

---

## PRODUTTIVITÀ

$$P = Prif * fCSC * CSC / CSCrif * fhumus * H / Hrif * (FNT + FPT + FKT)$$

$$FNT = fN * (Ntermin + Nrif) / Nrif$$

$$FPT = fP * Pter / Phorif$$

$$FKT = fK * Kter / Krif$$

# NUOVO INDICATORE FERTILITA'



SUBSTANCE

HUMUS

IMPACT CATEGORY

FERTILITA': KG

DAMAGE  
CATEGORY

QUALITA' DEL TERRENO:  
PDF\*m2\*yr

Fattore damage assesment:1,09

Fattore normalizzazione:7,30E-5

Fattore weighting:1

# Studi effettuati



**UNIMORE**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI  
MODENA E REGGIO EMILIA

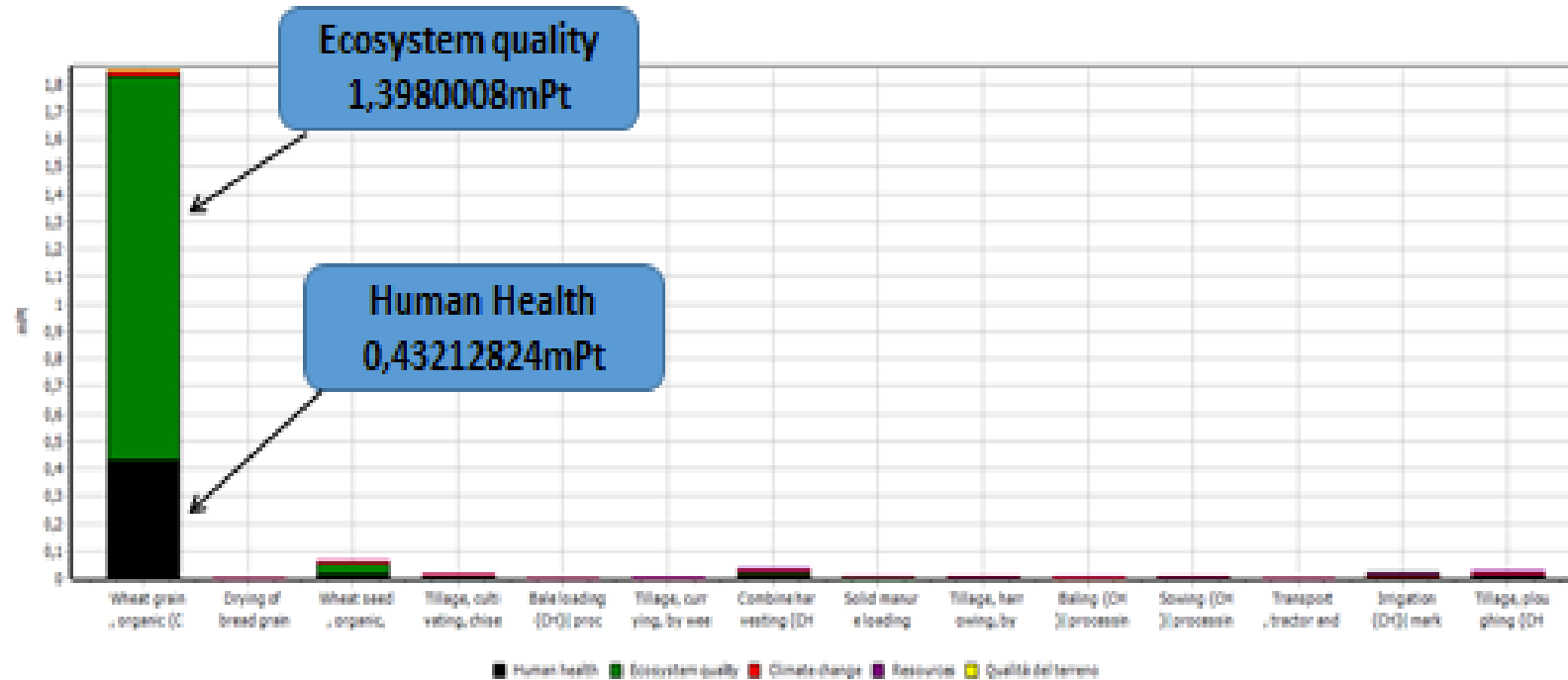
**LCA PRODUZIONE FRUMENTO BIOLOGICO HUMUS COSTANTE 10 ANNI**

**-sostanza organica aggiunta sufficiente a mantenere la quantità di humus del terreno**

**LCA PRODUZIONE FRUMENTO BIOLOGICO SOSTANZA ORGANICA AGGIUNTA COSTANTE 10 ANNI**

**-sostanza organica aggiunta tale da determinare un aumento di Humus di 136000kg**

# LCA PRODUZIONE FRUMENTO BIOLOGICO HUMUS COSTANTE 10 ANNI VALUTAZIONE



Method: IMPACT 2002+ con indic. salute terreno V3.L3 / IMPACT 2002+ / Single score

Analyzing 1 kg 'Wheat grain, organic (C)' wheat production, organic | Alloc Def./U/10 ANNO (Humus costante) CSC - variable faso=0,2 (the leaf)

il danno totale vale 2,0392267mPt

il 90,70% al processo wheat grain organic

il 25,07% in Human health

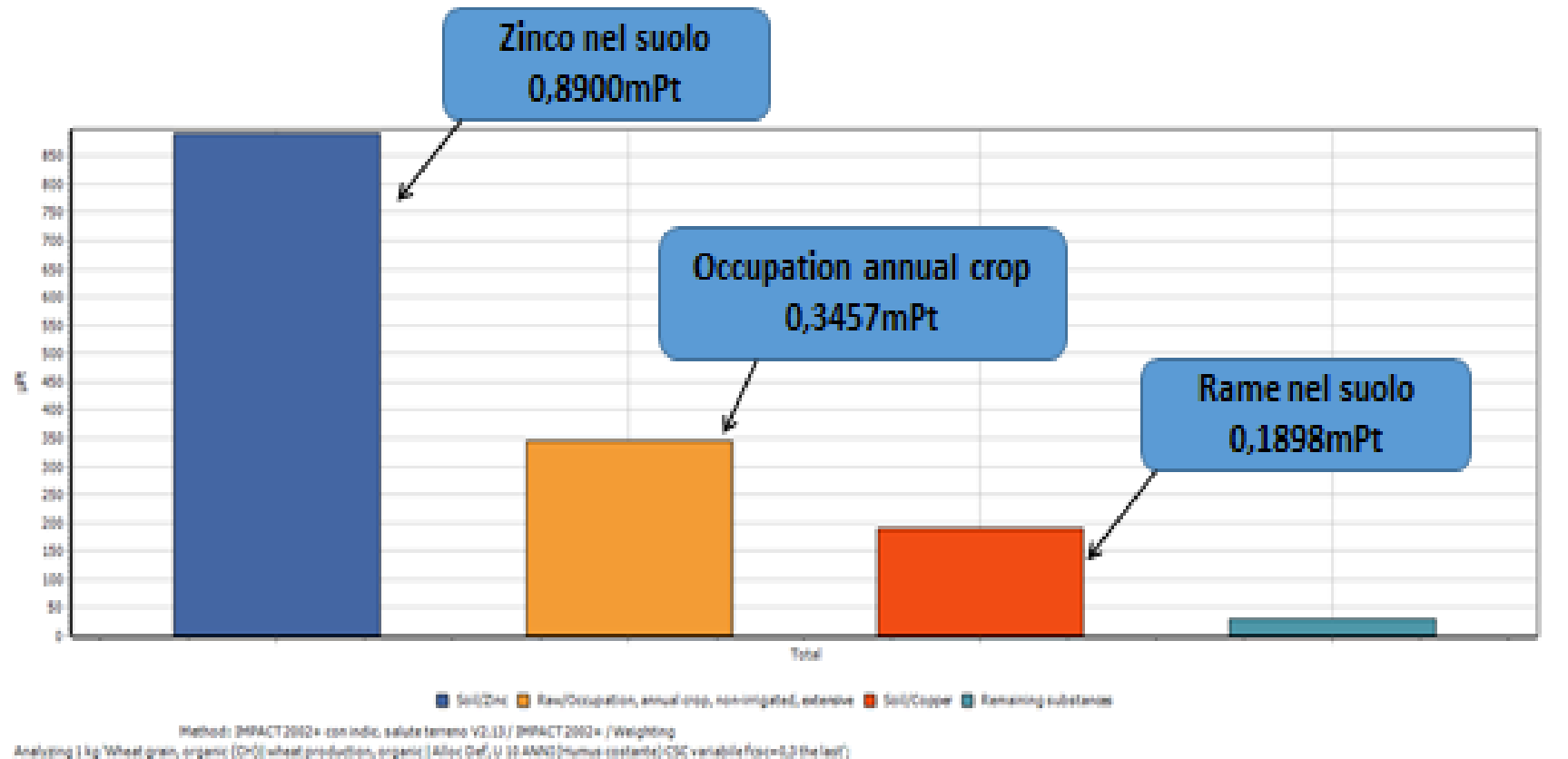
il 71,43% in Ecosystem quality

Produzione 24806 Kg

# LCA PRODUZIONE FRUMENTO BIOLOGICO HUMUS COSTANTE VALUTAZIONE ECOSYSTEM QUALITY



**UNIMORE**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI  
MODENA E REGGIO EMILIA



Valutazione del danno per sostanza nella categoria ECOSYSTEM QUALITY con un cut-off del 2%

# LCA PRODUZIONE FRUMENTO BIOLOGICO SOSTANZA ORGANICA AGGIUNTA COSTANTE

10 ANNI  
VALUTAZIONE

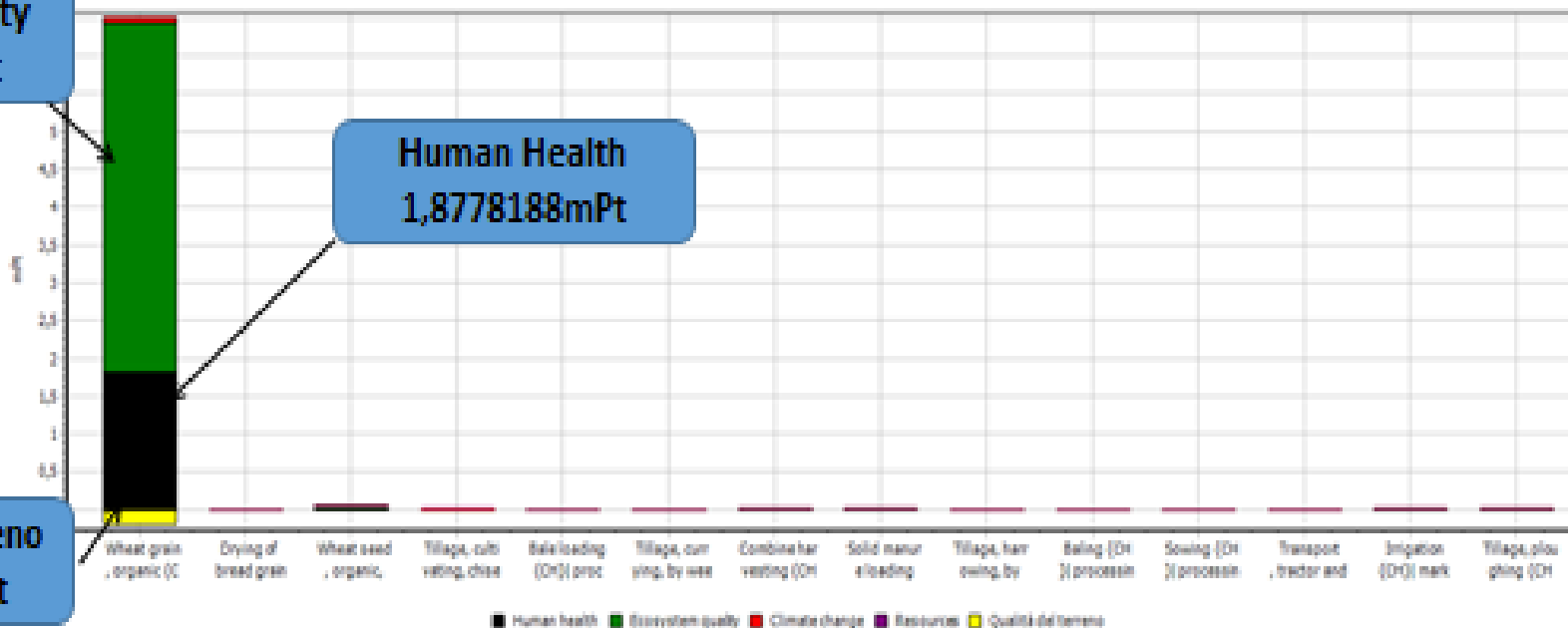


UNIMORE  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI  
MODENA E REGGIO EMILIA

Ecosystem quality  
4,6672108mPt

Human Health  
1,8778188mPt

Qualità del terreno  
-0,1939634mPt



Methods (IMPACT 2002+ con indic. salute terreno V3.03) / IMPACT 2002+ / Single score  
Analysing 1 kg Wheat grain, organic (Df) wheat production, organic (Allot Def, U 10 ANNI) CSC variable Res=0.2 the last

il danno totale vale 6,4694067mPt ,il 97,68% nel processo wheat grain organic

il 29,02% in Human health

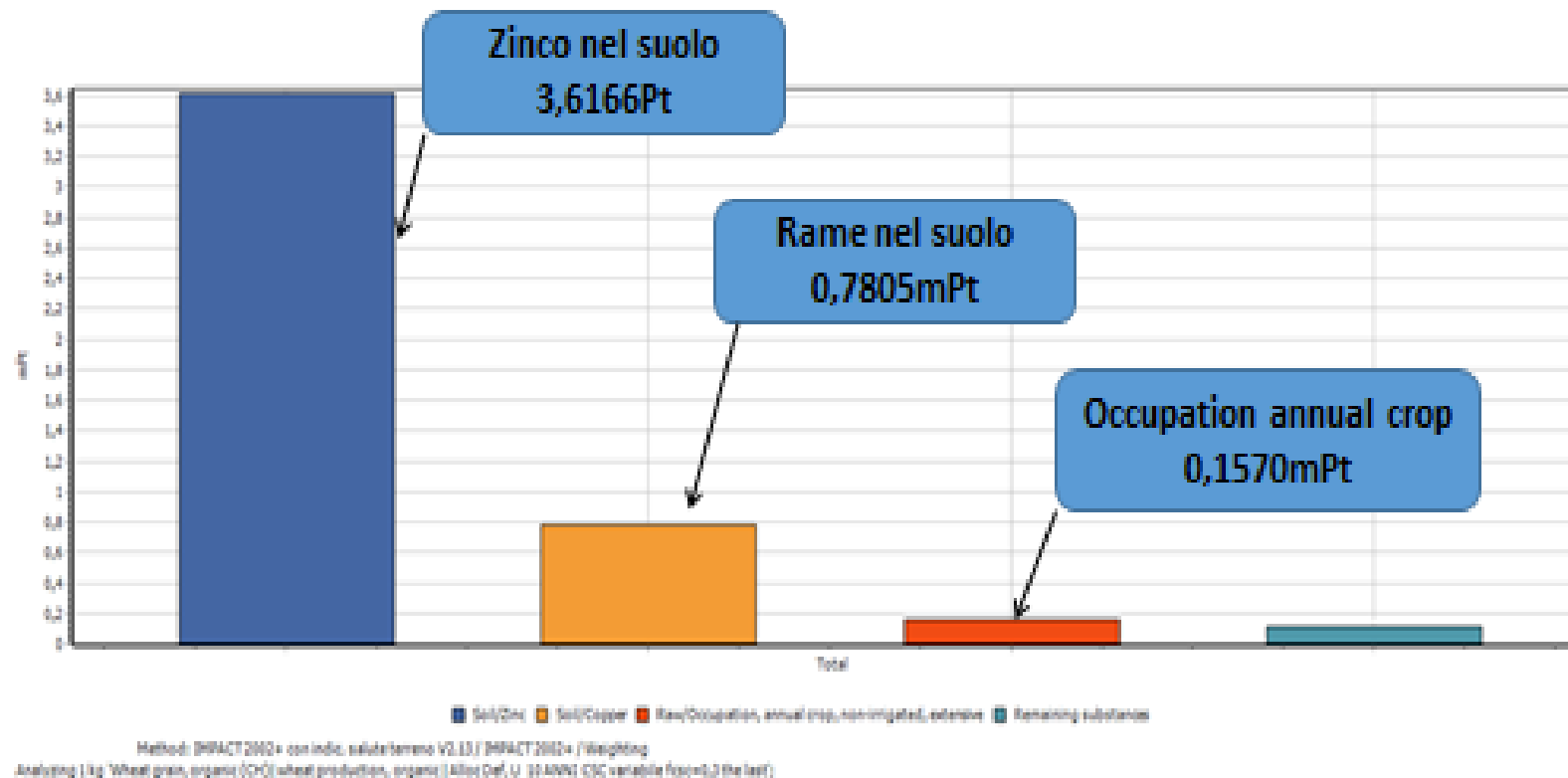
il 72,14% in Ecosystem quality

il nuovo indicatore consente di valutare l'aumento della quantità di Humus del terreno valutandolo con una riduzione del danno: -0,1939634mPt

Produzione 56086 kg

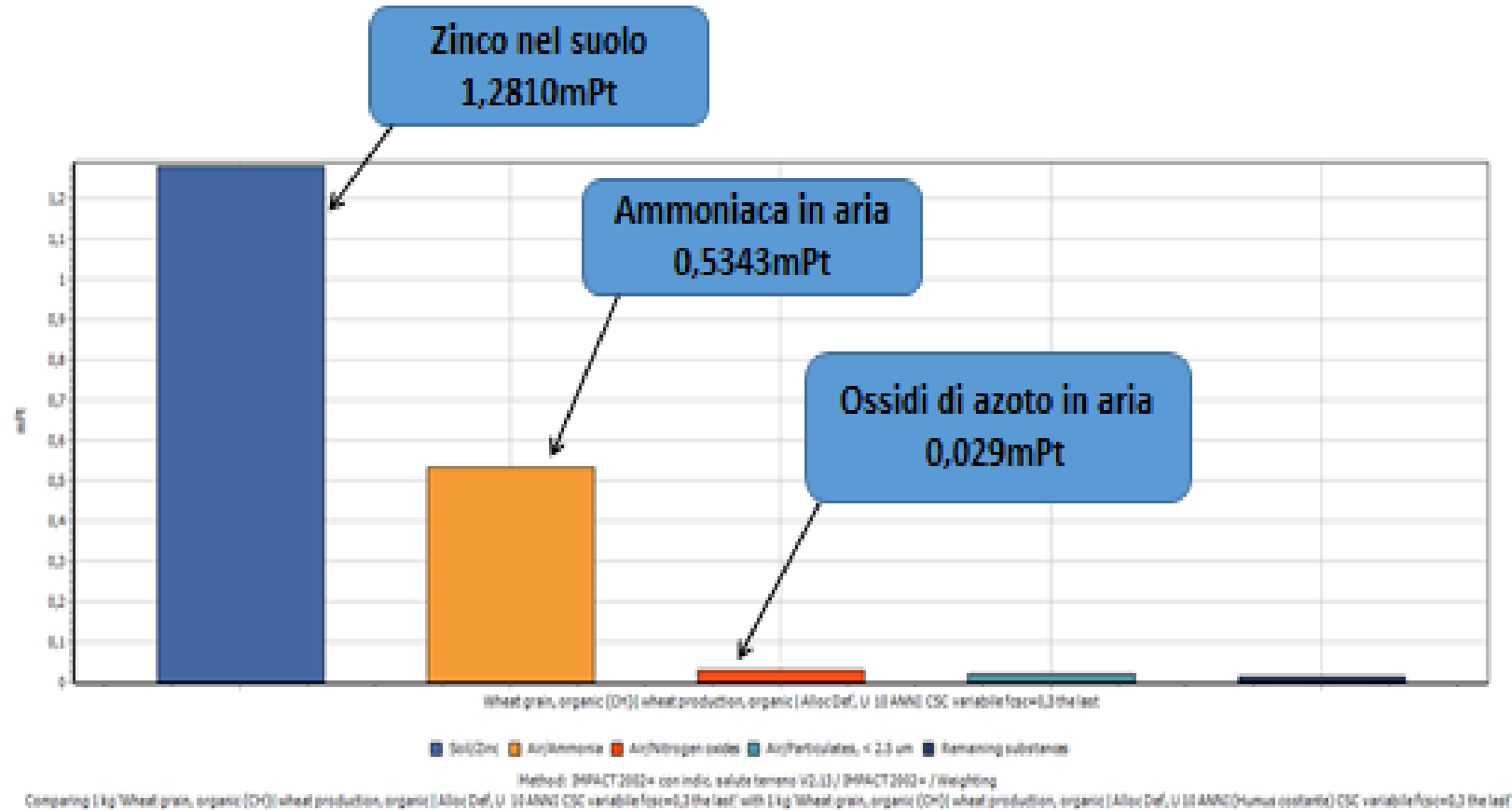


# LCA PRODUZIONE FRUMENTO BIOLOGICO SOSTANZA ORGANICA AGGIUNTA COSTANTE 10 ANNI VALUTAZIONE ECOSYSTEM QUALITY



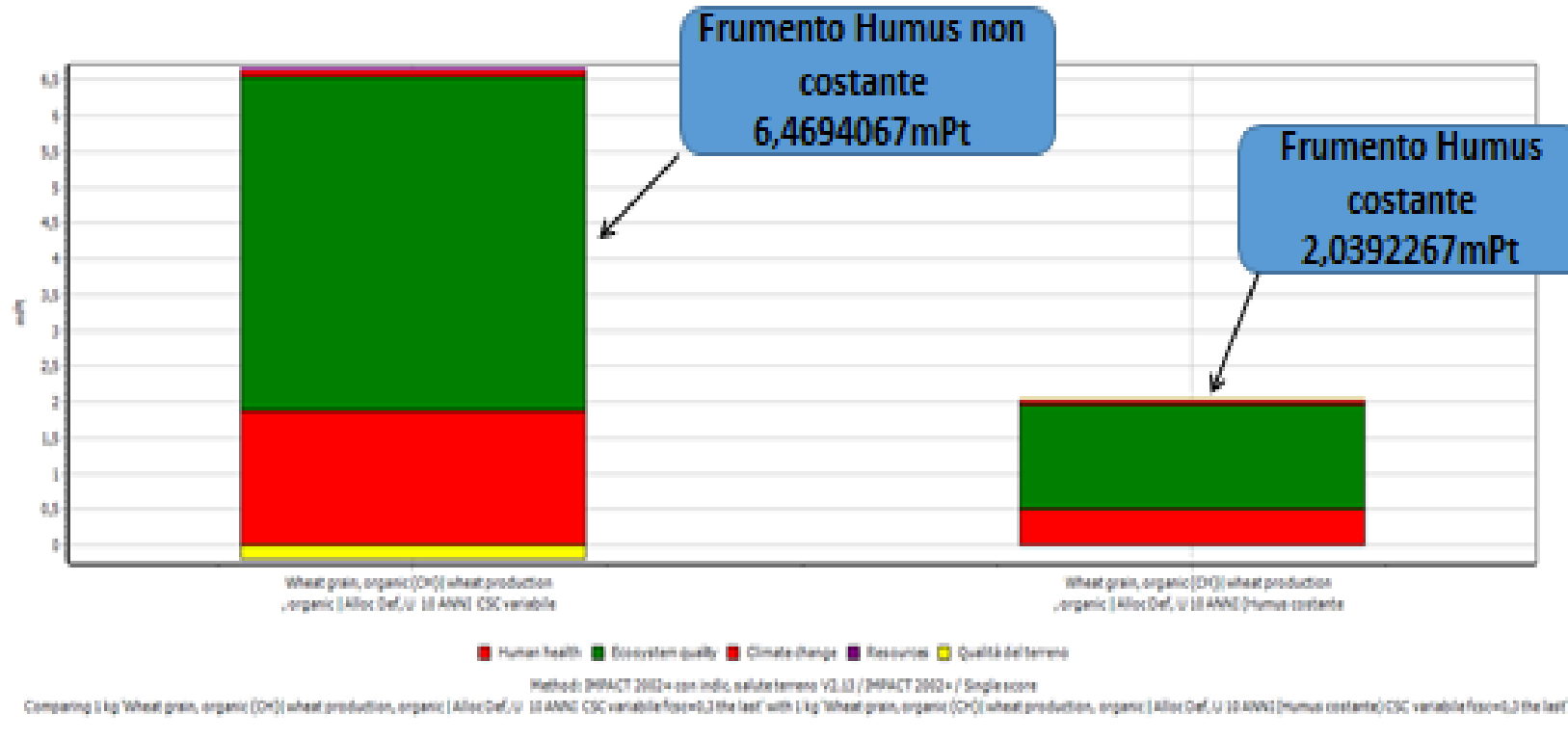
Valutazione del danno per sostanza nella categoria ECOSYSTEM QUALITY con un cut-off del 2%  
L'incidenza del danno da occupazione del suolo si riduce per l'aumento delle emissioni da fertilizzazione con letamazione

# LCA PRODUZIONE FRUMENTO BIOLOGICO SOSTANZA ORGANICA AGGIUNTA COSTANTE 10 ANNI VALUTAZIONE HUMAN HEALTH



**Valutazione del danno per sostanza nella categoria HUMAN HEALTH con un cut-off del 1%**  
Zinco nel suolo, ammoniaca in aria sono emissioni dirette della letamazione

# CONFRONTO VALUTAZIONE



Differenza di valutazione: 4,43018mPt

Il danno a humus costante è il 31,51% del danno a humus non costante

Le differenze maggiori si hanno nelle categorie di danno Human Health e Ecosystem Quality, nelle quali incide maggiormente l'uso dei fertilizzanti da letame.

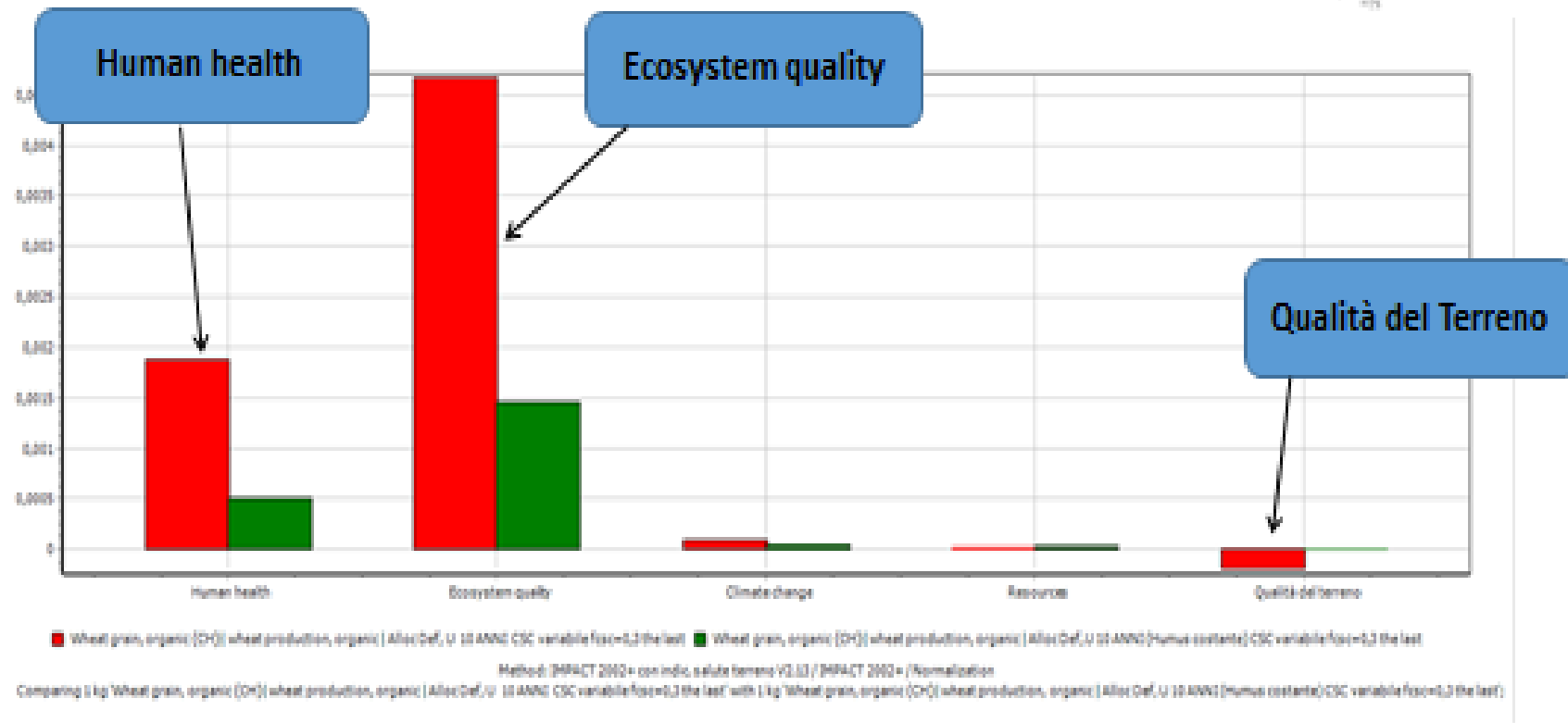
# CONFRONTO NORMALIZZAZIONE



UNIMORE  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI  
MODENA E REGGIO EMILIA



UNIMORE  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI  
MODENA E REGGIO EMILIA



Le differenze maggiori si trovano in **Human health** e **Ecosystem quality**;  
in **Climate Change** e **Resources** sono molto simili i danni;  
in **Qualità del Terreno** si ha un netto vantaggio per la coltivazione con humus non costante che ottiene un aumento della quantità di Humus nel terreno.

4° Seminario Tecnico LCA – Reggio Emilia, 11 Aprile 2018

4° Seminario Tecnico LCA – Reggio Emilia, 11 Aprile 2018

## OBBIETTIVI



- **AUMENTARE LA QUANTITA' DI SOSTANZA ORGANICA AGGIUNTA DETERMINA UN DANNO AMBIENTALE SUPERIORE RISPETTO AD AGGIUNGERNE UNA QUANTITA' SUFFICIENTE A MANTENERE LA QUANTITA' DI HUMUS.**
- **CONTINUARE A LAVORARE PER LA DEFINIZIONE DEL NUOVO INDICATORE DANDO UN VALORE ANCHE ALLA FERTILITA' NEL TEMPO, DATO CHE E' FONDAMENTALE CONSEGNARE ALLE GENERAZIONI FUTURE TERRENI IN CONDIZIONI MIGLIORI DELLE ATTUALI.**
- **DEFINIRE UN NUOVO INDICATORE CHE DIA VALORE ALLA QUANTITA' DI CARBONIO CHE VIENE CATTURATO NEL TERRENO MEDIANTE L'HUMIFICAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA.**